Praxis der Harnanalyse

Anleitung

zur chemischen Untersuchung des Harns

nebst einem Anhang

Analyse des Mageninhalts

ROYAL COLLEGE ... LIBRARY

von

Dr. Lassar-Cohn

Universitätsprofessor zu Königsberg i. Pr.

Hamburg und Leipzig.

Verlag von Leopold Voss.

1897.

R26851

Alle Rechte vorbehalten.

Druck der Verlagsanstalt und Druckerei A.-G. (vormals J. F. Richter)
in Hamburg.

Vorwort.

Im Folgenden ist der Versuch unternommen, die Analyse des Harns und des Mageninhalts, der meist eine allerdings nicht gerechtfertigte Ausnahmestellung zuerteilt wird, nach Art der chemischen Untersuchung irgend eines beliebigen anderen Materials zu behandeln. Wir werden uns dabei auf die hinsichtlich der Diagnose wertvollen Bestimmungen von Bestandteilen des Harns und des Mageninhalts auf chemischem Wege beschränken, indem wir ganz in der Art der meisten Lehrbücher, die sich mit der sonstigen chemischen Analyse beschäftigen, verfahren. Wie diese die selteneren Elemente, weil man ihnen im Leben erfahrungsgemäfs kaum begegnet, nicht berücksichtigen und dadurch eine übermäfsige Kompliziertheit der Methoden vermeiden, so werden auch wir auf die analytische Bestimmung von zu selten vorkommenden Bestandteilen verzichten und nur das in den Kreis der Betrachtung ziehen, was, wie die Erfahrung gelehrt hat, für die praktischen Zwecke der Analyse des Harns und des Mageninhalts ausreicht.

Königsberg i. Pr., im Juni 1897.

Der Verfasser.

Inhalt.

Einleitung.

Die Harnanalyse, die doch ein wichtiges Grenzgebiet zwischen Medizin und Chemie ist, wird noch immer von einer grofsen Anzahl von Ärzten und Chemikern als ein Feld ihrer Thätigkeit angesehen, auf welchem sie es, weil sie sich nur mit dem einen der genannten Wissensgebiete ausführlich beschäftigt haben, mangels genügender Vorkenntnisse zu keiner Sicherheit bringen können. Das ist namentlich für die Mediziner, die sich hierdurch selbst ihres in vielen Fällen zuverlässigsten diagnostischen Hülfsmittels berauben, und auch für ihre Klienten gewifs bedauerlich.

Dabei existiert sicherlich kein Mangel an Lehrbüchern der Harnanalyse, die zum Teil für wissenschaftliche Zwecke fast unübertrefflich sind. und ihre Anzahl um ein ähnliches Buch vermehren zu wollen, ist durchaus nicht beabsichtigt. Diese Lehrbücher sind aber in neuerer Zeit fast alle von Medizinern verfafst oder von ihnen seit vielen Jahren neu herausgegeben worden, und nach diesen Lehrbüchern zu urteilen, scheinen die meisten Mediziner in der Ausführung selbst der einfachsten Harnanalyse eine Art von wissenschaftlicher Arbeit oder Leistung zu sehen, und statt klare Anleitungen für die Analyse zu geben, bieten sie grofsenteils eine Aneinanderreihung einer Unzahl von Reaktionen, die man mit Harnen, welche anormale Bestandteile enthalten, anstellen kann. Die Folge ist, dafs die Harnanalyse hierdurch einen scheinbar erstaunlichen Umfang annimmt und nur für den mit tüchtigen chemischen Kenntnissen ausgestatteten Mediziner ausführbar, für den Chemiker hingegen gradezu unausführbar erscheint.

Die wenigen Anleitungen zur Harnanalyse, die sich in einigen von Chemikern herausgegebenen analytischen Werken allgemeineren Inhalts finden, sind allerdings meist noch unklarer abgefafst, so dafs sie teilweise ganz unbrauchbar sind, indem nach ihren Angaben es oft z. B. überhaupt nicht einmal möglich ist, zu entscheiden, ob ein Urin zuckerhaltig ist oder nicht, von anderen Bestandteilen ganz zu schweigen.

Die durch alles dieses genährte Annahme von einer besonderen Schwierigkeit der chemischen Analyse des Harns und Mageninhalts ist aber in keiner Weise berechtigt. Man verständige sich nur erst einmal über die Aufgabe solcher Analysen in der Hand des Praktikers. Dem praktischen Arzte und dem Chemiker handelt es sich darum, zu wissen, ob ein Urin, sagen wir z. B. Eiweifs oder Zucker enthält, oder ob er frei von diesen ist. Das Verhältnis liegt also durchaus nicht anders wie beim Chemiker, den es oft genug interessiert, ob in einem Untersuchungsobjekt Chlor vorhanden ist. Der Chemiker weist nun Chlor ein für allemal[1] in Form von Chlorsilber nach, das lernt er bereits am ersten Tage seiner analytischen Thätigkeit, und die Folge ist, dafs er nicht nur diese Art des Nachweises von Chlor bald absolut beherrscht, sondern auch den Niederschlag von Chlorsilber, sein Verhalten und sein Aussehen allmählich so kennt, dafs jegliche Verwechselung ausgeschlossen ist, da jedes Abweichen vom gewöhnlichen Verhalten, das auf etwas anderes hindeutet, ihm auffallen mufs. Man kann natürlich Chlor noch auf viele andere Arten als grade in Form von Chlorsilber erkennen, aber zu so lohnenden wissenschaftlichen Arbeiten dieses Studium der Chlorreaktionen Veranlassung geben wird, Aufgabe des Analytikers ist und bleibt doch immer nur, mit möglichst unfehlbarer Sicherheit angeben zu können, ob in der von ihm untersuchten Substanz Chlor vorhanden ist oder nicht.

Die praktischen Ärzte müssen sich nur ebenfalls entschliefsen, ihre Aufgabe bei der chemischen Analyse des Harns, die noch dadurch, dafs es sich um Untersuchung einer Flüssigkeit handelt, im Verhältnis zur allgemeinen chemischen Analyse ganz besonders erleichtert wird, im entsprechenden Sinne aufzufassen, und müssen nicht an Stelle von Analysen scheinbar

[1] Ausnahmen sind so selten, dafs sie kaum in Betracht kommen.

wissenschaftliche Untersuchungen mit Harnen anstellen wollen, was ja auch gar nicht ihre Absicht zu sein pflegt. Selbst die beste Wasseranalyse für praktische Zwecke seitens eines Chemikers, sagen wir z. B. für die Bestimmung der Brauchbarkeit des Wassers als Trinkwasser, so schwierig sie auch ausführbar ist, wird doch heutzutage auch nicht mehr als wissenschaftliche Leistung angesehen.

Führen nun die Ärzte, Chemiker und Apotheker ihre Harnuntersuchungen nach einer und zwar ein für allemal derselben als gut anerkannten Methode, die aber der Nichtsachverständige nicht zu variieren suche, sonst kommen die merkwürdigsten Dinge heraus, für jeden einzelnen Harnbestandteil aus, so erhalten auch sie infolge ihrer sich auf diesem Wege fortdauernd steigernden Übung bald eine solche Sicherheit in dieser Analyse, daſs sie auch bei sich selbst — und das ist ein sehr wichtiges Moment — nicht im geringsten mehr zweifeln, ob der gesuchte Bestandteil, sagen wir z. B. Eiweiſs, im von ihnen untersuchten Urin vorhanden ist oder nicht. Sehr rasch verliert sich dann jene lähmende Unsicherheit, die sonst mit dem Miſstrauen zu den eigenen Analysenresultaten verbunden bleibt.

Für die Praxis des Arztes handelt es sich nun bei der Harnanalyse nur um die Konstatierung der An- oder Abwesenheit folgender weniger Stoffe, was besonders für die Chemiker hervorgehoben werden muſs, die ihre Anzahl weit zu überschätzen pflegen. Man prüft also den Harn — von rein wissenschaftlichen Zwecken abgesehen — auf E i w e i ſ s, Z u c k e r, A c e t o n, A c e t e s s i g s ä u r e, G a l l e n f a r b s t o f f, U r o b i l i n, B l u t, I n d i k a n und Ä t h e r s c h w e f e l s ä u r e n.

Auf normale Bestandteile, wie Schwefelsäure, Chlor etc. zu prüfen, ist in gewissen Fällen für die Praxis auch nicht ohne Wichtigkeit. Auf die Phosphorsäure und das Ammoniak, denen eine diagnostische Bedeutung kaum jemals zukommen wird, müssen wir näher eingehen, weil die Phosphate uns mehreremals während der Untersuchung auf anormale Bestandteile des Harns begegnen werden, und uns auch das Ammoniak wegen seines Einflusses auf das äuſserliche Verhalten der Urine bei der Prüfung auf Zucker interessiert.

Stöſst man auf Urine, über die man sich nach den weiterhin mitgeteilten Methoden nicht klar werden kann, so muſs man die gröſseren Werke über Harnanalyse zu Rate

ziehen, aber es können Jahre vergehen, ehe man auf derartige Harne trifft, und mancher wird sein Leben lang keine solchen in die Hände bekommen.

Harne mit scheinbar ganz merkwürdigen Nebeneigenschaften kommen nach Einnahme von Medikamenten seitens der Patienten vor, und auch ihrethalben sind gegebenenfalles die gröfseren Werke nachzuschlagen. Da aber die Urine der Kranken meist vor der Behandlung durch den Arzt, der seine Behandlungsweise ja erst nach dem Befunde der Analyse einrichten will, zur Untersuchung gelangen, sind auch sie aufserhalb der Kliniken verhältnismäfsig selten.

Was für die Harnanalyse, wie für jede andere sichere Analyse nötig ist, ist also, wie erwähnt, Übung, und man übe die im Folgenden beschriebenen wenigen qualitativen Methoden, was nicht viel Zeit erfordert, bis man sie völlig beherrscht, d. h. bis man sich zur eigenen Zufriedenheit überzeugt hat, dafs man sich in ihrer Handhabung und Deutung sicher fühlt. Um nun **die Möglichkeit des Selbststudiums** auch an Orten ohne Kliniken und Krankenhäuser bezwecklich bei Nichtzugänglichkeit dieser namentlich den Chemikern zu gewähren, während dem Arzte und dem Apotheker die Praxis die anormalen Harne allmählich liefert, wird Verfasser bei den einzelnen pathologischen (d. h. Kranken entstammenden) Harnen auch angeben, wie man sie sich aus normalem Harn durch Zusätze herstellen kann. Dies läfst sich, abgesehen von solchen mit Gallenfarbstoff, nach Verfahren, die teils von anderen, teils von ihm herrühren, leicht bewerkstelligen.

Zu bemerken ist noch, dafs die Mediziner neben der chemischen Analyse auch die mikroskopische Untersuchung der Sedimente (der sich allmählich aus den Harnen absetzenden festen Bestandteile) häufig hergehen lassen, die ebenfalls, soweit es sich um die gewöhnlich vorkommenden, nicht gerade zahlreichen Bestandteile handelt, besondere Schwierigkeiten nicht bietet, hier aber natürlich nicht in den Kreis der Betrachtung gezogen werden kann, für die man jedoch vorzügliche Anleitungen mit Abbildungen in vielen Lehrbüchern der Harnanalyse findet.

Was den Chemikern zumeist auffallen wird, weil es den Erwartungen kaum entspricht, ist der geringe Umfang der praktischen Harnanalyse (und noch mehr der Analyse des

Mageninhalts) nebst der aufserordentlichen Einfachheit der Methoden, welche in wenigen Minuten in einem Urin die An- oder Abwesenheit der zumeist sich findenden pathologischen Bestandteile festzustellen gestattet. Man glaube jedoch nicht, dafs der Umfang der Mitteilungen ein zu beschränkter ist. Wie Verfasser sich im Laufe vieler Jahre beim Unterrichten von-Studierenden und beim Abhalten von Kursen, an denen alterfahrene Ärzte mit dreifsigjähriger und längerer Praxis teilnahmen, überzeugt hat, genügt das Folgende durchaus für die Zwecke des praktischen Arztes, soweit für ihn die chemische Untersuchung des Harns und Mageninhalts in Betracht kommt.

Hinsichtlich der für die Analyse vorgeschriebenen Methoden sei noch folgendes bemerkt. Es sind Verfahren gewählt, die jede Zweideutigkeit ausschliefsen und die trotzdem so bequem wie möglich gestaltet sind. Zum Eiweifsnachweis dient z. B. die sogenannte Kochprobe. Nun ist sich Verfasser natürlich sehr wohl bewufst, dafs auch kalte Proben, bei denen man also die Zeit und Mühe des Kochens erspart, bekannt sind. So giebt die ziemlich beliebte Anwendung von Salpetersäure oder Essigsäure und Ferrocyankaliumlösung in eiweifshaltigen Harnen schon in der Kälte Niederschläge. Aber wer kann mit Sicherheit sagen, dafs nicht unter den Substanzen allen, die im Harne vorzukommen vermögen, gelegentlich auch solche sein können, die z. B. einem seltener genossenen Nahrungsmittel oder einem Medikamente entstammen, ebenfalls mit Salpetersäure oder Essigsäure und Ferrocyankalium (zumal letzteres so viele Basen fällt) einen Niederschlag erzeugen, und welche dadurch Veranlassung zur Verwechselung mit Eiweifs geben. Weil nun in Lösung befindliches Eiweifs der einzig bekannte Stoff ist, der nach dem Kochen und hierauf erfolgenden schwachen Ansäuern des Harns stets koaguliert und ihn aus diesem Grunde trübt, schliefst diese Eiweifsprobe eigentlich jeden Irrtum aus (siehe die Ausnahmen Seite 8).

Exempla docent, und so erlaubt sich Verfasser, um zu zeigen, wohin die Anwendung irgend welcher Proben, wie man sie zu Dutzenden in den Büchern findet, seitens solcher führt, die sie nicht zu beurteilen verstehen, folgendes persönliche Erlebnis mitzuteilen. Ein jüngerer Arzt bat ihn eines Tages, einen Urin auf Eiweifs zu untersuchen, wobei er sich als frei von Eiweifs erwies, ein Resultat, das diesen sehr in Erstaunen setzte, da er schon seit

5 Jahren in dem Urin des betreffenden Patienten Eiweifs gefunden zu haben glaubte. Weil sich aber in dieser ganzen Zeit nichts von den daraufhin zu erwartenden ungünstigen Symptomen bei jenem zeigte, hatte er sich schliefslich um diese Nachprüfung an den Verfasser gewandt. Auf die Frage, wie er denn auf Eiweifs untersucht habe, erklärte er, sich für diesen Zweck einer Lösung von Pikrinsäure bedient zu haben, welche namentlich in englischen Büchern (??) empfohlen sei, die jedesmal nach längerem Stehen eine Fällung gegeben, worauf er sich von der Anwesenheit von Eiweifs im Urin überzeugt gehalten habe. Verfasser konnte ihm darauf sagen: „Dann werden Sie wahrscheinlich bei einem grofsen Teile Ihrer „praxis aurea“ Eiweifs zu finden glauben, während Ihre ärmere Praxis in der Beziehung Ihnen weit gesünder erscheinen mufs.“ Dies gab er denn auch zu. Der Zusammenhang des Ganzen ist folgender; Pikrinsäurelösung fällt Eiweifs, das ist ohne Zweifel richtig, und wir werden sehen, wie bequem sich das für quantitative Eiweifsbestimmungen verwerten läfst, aber sie fällt auch einen normalen Harnbestandteil, nämlich das Kreatinin, indem sie mit diesem zu einer in der Kälte so gut wie unlöslichen und sich deshalb allmählich ausscheidenden Doppelverbindung zu pikrinsaurem Kreatinin-Kalium zusammentritt. Diese allmählich entstehende Abscheidung sah nun jener Arzt als durch Eiweifs veranlafst an, und weil Kreatinin im Harn weit reichlicher nach Fleischgenufs als ohne diesen vorkommt, sind die Urine Wohlhabender meist reicher an diesem Bestandteil als die der ärmeren Bevölkerung, werden daher auch bei Eiweifsabwesenheit eher durch Pikrinsäurelösung getrübt als die der letzteren.

Das Wenige, das sich im Mageninhalte durch die chemische Analyse für diagnostische Zwecke feststellen läfst, finden wir an die Mitteilungen über die Harnanalyse angereiht, und gilt von den angegebenen Methoden das gleiche, wie von den für die Harnanalyse beschriebenen.

Harnanalyse.

Nachweis von Eiweifs.

Man füllt ein Reagenzglas zu einem Drittel mit dem Urin (dazu sind etwa 8 bis 9 ccm erforderlich) und erhitzt den gesamten Inhalt des Glases bis zum völligen Kochen. Der Urin bleibt hierbei klar oder wird trübe. Nunmehr giebt man 2 bis 3 Tropfen circa zehnprozentiger Essigsäure zu und schüttelt um. Wird der Urin auf diesen Zusatz wieder klar, so rührte die Trübung von Phosphaten (siehe Seite 21) her und hat nichts zu bedeuten, bleibt er trübe oder nimmt die Trübung auf den Essigsäurezusatz noch zu, so ist sie durch koaguliertes Eiweifs veranlafst.

Diese Probe versagt nur dann, wenn der Urin von vornherein durch Fäulnis trübe ist und man nach dem Kochen und Essigsäurezusatz nicht entscheiden kann, ob die Trübung durch Ausscheidung einer geringen Menge von Eiweifs noch zugenommen hat oder nicht. In diesem Falle mufs der Urin geklärt werden. Dieses ist aber durch einfache Filtration nicht zu erreichen, weil die ihn trübenden Fäulnisbakterien im Gegensatz zu etwa sonstigen in ihm schwimmenden Bestandteilen durch die Poren der Papierfilter hindurchgehen. Man verfährt deshalb so: Man giebt in ein Reagenzglas etwa 2 ccm rohes Kieselguhr, wie es z. B. zum Verpacken von mit Chemikalien gefüllten Flaschen, um ihr Zerbrechen während des Transportes zu verhindern, dient, füllt sodann das Reagenzglas fast voll mit Urin und schüttelt tüchtig durch. Nunmehr filtriert man durch gewöhnliches Filtrierpapier, indem man das anfänglich trübe Durchlaufende

wieder aufgiefst, worauf man bald zu einem völlig klaren Filtrat gelangt. Dies teilt man in zwei Hälften und untersucht die eine, wie oben angegeben, auf Eiweifs. Hält man alsdann die gekochte angesäuerte Probe neben die zweite Hälfte des Filtrats, so erkennt man beim Vergleich beider an einer etwaigen nunmehr bemerkbar werdenden Trübung des gekochten Harns noch einen sehr geringen Eiweifsgehalt desselben.

Anmerkung. In Rücksicht auf die Wichtigkeit des Eiweifsnachweises für die Diagnose sei hier der Vollständigkeit halber erwähnt, dafs ein nach dieser Methode untersuchter Harn auch getrübt erscheinen kann, obgleich er eiweifsfrei ist, wenn bei einem Patienten Terpentin, Kopaivbalsam, Kubeben, Sandelöl, Styrax oder Petroleum äufserlich oder innerlich zur Anwendung gekommen sind. Die Trübung rührt dann von Harzsäuren her, die die Essigsäure aus dem Urin abscheidet. Man erkennt sie daran, dafs sie sich auf Zusatz von viel Alkohol lösen, was das koagulierte Eiweifs nicht thut. Verfasser erlaubt sich jedoch zu bemerken, dafs ihm bei seinen Tausenden von Harnuntersuchungen solche Harne bisher nicht vorgekommen sind.

Künstlichen Eiweifsharn stellt man folgender Art dar. Das Weifse eines Hühnereies (ca. 20 ccm) verdünnt man mit Wasser auf 100 ccm und schüttelt gut durch. In Ermangelung von Mefsgefäfsen schätzt man das Verhältnis mit dem Augenmafs. Die so hergestellte Flüssigkeit wird von den in ihr schwimmenden Häuten abfiltriert. Setzt man von der auf diese Art erhaltenen klaren Eiweifslösung 5 Tropfen zu 100 ccm normalem Urin und macht die Eiweifsprobe wie vorgeschrieben, so erhält man eine sehr deutliche Trübung, die sich in nichts von der, wie man sie bei natürlichen Eiweifsharnen sieht, unterscheidet. 20 Tropfen liefern eine flockige Ausscheidung und bei 50 Tropfen ist sie bereits sehr grofsflockig, grofsflockiger schon, als man sie selbst bei weit eiweifsreicheren natürlichen Urinen sieht. Bemerkt sei, dafs man fast alle Urine beliebig lange aufbewahren kann, wenn man sie in eine Flasche bringt, etwas Chloroform zugiebt, zustöpselt und sodann gut durchschüttelt. Selbst nach Jahren geben sie nach dieser Behandlung die Reaktionen unverändert gegen den ersten Tag. Dies ist, da man so stets Urine zur Übung bezw. zum Vergleich vorrätig haben kann, von grofser Annehmlichkeit für das Studium der Harnanalyse überhaupt.

Künstlicher Phosphatharn. Urine, die beim Aufkochen sich durch Phosphatausscheidung trüben (die Gründe siehe Seite 21 bei der Phosphorsäure) sind nicht so häufig, wie solche ohne diese Eigenschaft. Am ehesten zeigen noch Urine, die nach reichlichem Fleischgenufs bei wenigem Trinken gelassen werden, dieses Verhalten. Man kann aber jedem frischen Harn diese Eigenschaft dadurch erteilen, dafs man ihn mit frischgefälltem kohlensaurem Kalk schüttelt und filtriert. Den kohlensauren Kalk hierzu bereitet man zum Beispiel so, dafs man zu ein wenig in einem Reagenzglase befindlicher Lösung von Chlorcalcium eine Lösung von Natriumkarbonat zufügt. Der ausfallende kohlensaure Kalk setzt sich zum Teil bald zu Boden. Die überstehende Flüssigkeit giefst man fort, ersetzt sie durch Wasser, schüttelt um, giefst sie nach dem genügenden Absetzen wieder ab, wiederholt dies nochmals und giefst dann den auf diese Art genügend ausgewaschenen kohlensauren Kalkniederschlag in den Urin. Letzterer wird hierdurch also so kalkreich, dafs er nach dem Filtrieren beim Kochen Erdphosphat ausscheidet, das sich auf Essigsäurezusatz dann wieder löst.

Nachweis des Zuckers.

Der im Urin der Zuckerkranken (Diabetiker) vorkommende Zucker ist Traubenzucker. Man erkennt ihn bei weitem am besten durch die von TROMMER angegebene Probe; doch weiche man in nichts von der nachfolgenden Vorschrift ihrer Ausführung ab, da man bei dieser Art des Arbeitens nur in diesem Falle sichere Resultate erhält.

Harne, die auf Zucker untersucht werden sollen, müssen frei von Eiweifs sein, oder sie dürfen höchstens Spuren Eiweifs enthalten, weil diese die Probe nicht stören. Enthalten sie aber irgendwie reichlich Eiweifs, so kocht man einige Kubiccentimeter mehr, als man zur eigentlichen Eiweifsprobe zu nehmen pflegt, im Reagenzglase auf, fügt zwei bis drei Tropfen Essigsäure zu und filtriert, worauf man mit dem erhaltenen eiweifsfreien Filtrat nach dem Erkalten die TROMMERsche Probe anstellt.

Man füllt für die TROMMERsche Probe das Reagenzglas bis zu einem Drittel mit eiweifsfreiem Urin und fügt alsdann fast ebensoviel zehnprozentige Natronlauge

zu (an Natronlauge soll man durchaus nicht sparen). Die auf diesen Zusatz stets entstehende Trübung, um die man sich nicht zu kümmern hat, rührt wiederum von Erdphosphaten her (siehe Seite 21). Nunmehr giefst man circa fünfprozentige Kupfersulfatlösung und zwar tropfenweise zu. Der entstehende blaue Niederschlag von Kupferoxydhydrat löst sich bekanntlich, wenn Traubenzucker zugegen ist, sobald man die Flüssigkeit umschüttelt, mit dunkelblauer Farbe. Das Wichtigste an der ganzen Probe ist nun, weil sie ohne Berücksichtigung dieses Punktes bei kleineren Zuckermengen gänzlich unzuverlässig wird, dafs man mit dem Zusatz der Kupfersulfatlösung erst aufhört, wenn nach dem Umschütteln keine Lösung des anfänglich ausgeschiedenen Kupferoxydhydrats mehr eintritt, die Flüssigkeit, abgesehen von der Phosphattrübung, also auch durch eine geringe Menge ungelöst bleibenden Kupferoxydhydrats trübe ist. Diese Trübung soll andrerseits durchaus nicht sehr stark sein, bei einiger Übung weifs man sehr bald den geeigneten Punkt zu treffen.

Jetzt erwärmt man die blaue Flüssigkeit in der Flamme. Scheiden sich vor dem Kochen schon die gelben Wolken des Kupferoxydulhydrates[1] aus, so ist die Anwesenheit von Zucker erwiesen, erscheinen sie erst beim Kochen, so ist schon weniger Zucker vorhanden, und wird der Urin wohl entfärbt, scheidet aber erst nach einigem Stehen das gelbe Oxydulhydrat aus, giebt der Urin einen Nachtrommer, wie man sagt, so ist bei dieser Art der Probeanstellung die im Urin vorhandene Zuckermenge nicht grofs.

Sehr geringe nachträgliche Abscheidungen von Kupferoxydulhydrat sind für Zucker überhaupt nicht beweisend, weil es auch in jedem normalen Urin (siehe Seite 27) geringe Mengen reduzierender Bestandteile giebt (z. B. wirken Harnsäure und Kreatinin unter diesen Bedingungen

[1] Macht man die Trommersche Probe mit einer wässerigen Lösung von Traubenzucker, so erhält man stets rotes Kupferoxydul, zuckerhaltiger Harn liefert dagegen, abgesehen von recht seltenen Ausnahmen, nicht das rote Kupferoxydul, sondern das gelbe Kupferoxydulhydrat. Welche Stoffe im Harn dieses sein Verhalten veranlassen, ist nicht bekannt.

reduzierend). Zweifelt man nach Anstellung der Probe, ob der betreffende Klient zuckerkrank ist oder nicht, so erscheint es dem Verfasser für den praktischen Arzt am geeignetsten, denselben eine möglichst an Stärkemehl, also Brot und Kartoffeln, sowie an Zucker reiche Mahlzeit zu sich nehmen zu lassen, und hierauf den in den auf diese folgenden zwei Stunden gelassenen Urin auf Zucker nach der TROMMERschen Probe zu prüfen. Erhält man auch dann nur einen schwachen Nachtrommer, so ist der betreffende Klient sicher nicht zuckerkrank. Findet man dagegen Zucker, so wird der Arzt leicht entscheiden, ob nur eine alimentäre Glykosurie vorliegt.

Der Gehalt an Zucker im Urin der Diabetiker wechselt, solange sie nicht die ihnen vorgeschriebene Diät berücksichtigen, im Laufe der Tageszeiten so sehr, dafs in leichten Fällen sich im Morgenurin fast gar kein Zucker finden kann, und die Menge trotzdem nach einer von ihnen genossenen Mahlzeit, die reich an Kohlehydraten und Zucker war, ziemlich bedeutend sein kann. Daher stammt die Gewohnheit vieler Ärzte, welche sich auch durchaus für die Untersuchung durch die Chemiker empfiehlt, die prozentuale Zuckermenge an einer Durchschnittsprobe, welche der während 24 Stunden gesammelten Harnmenge entnommen wird, zu bestimmen.

Es sei bemerkt, dafs man jede Spur von Traubenzucker auch vermittelst des Phenylhydrazins nachweisen kann, doch erfordert die Probe, die also der TROMMERschen überlegen, aber vielleicht gar zu empfindlich ist, etwa eine halbe Stunde Zeit und nachherige Besichtigung des ausgeschiedenen Sedimentes unter dem Mikroskope, um zu sehen, ob im Sedimente sich die Büschel des Phenylglykosazons befinden, was für die Praxis schon weit unbequemer ist.

Künstlichen Zuckerurin bereitet man sich durch Zugabe von Traubenzuckerlösung zu normalem Harn, auch dieser liefert dann stets gelbes Kupferoxydulhydrat. Indem man bald mehr, bald weniger zusetzt, kommt man in Kürze zu klaren Vorstellungen über „starke, schwache Trommer oder Nachtrommer“ und hat für praktische Zwecke das Phenylhydrazin nicht nötig.

Aceton und Acetessigsäure.

In den schwereren Stadien der Zuckerkrankheit treten neben dem Zucker noch reichlich Aceton, Acetessigsäure und häufig Oxybuttersäure auf. Nur die ersten beiden sind leicht nachweisbar, und ihr Nachweis genügt auch für die Diagnose, während die Oxybuttersäure, um ihre Anwesenheit zu beweisen, als solche dargestellt werden mufs. Dieses ist die Arbeit mindestens einer Woche und erfordert die Einrichtungen eines Laboratoriums. Man kann die Oxybuttersäure aber auch, vom rein chemischen Wege abgesehen, nach Vergährung des Zuckers durch Hefe (siehe Seite 25) an der Linksdrehung, die sie enthaltende Harne alsdann im Polarisationsapparate (siehe S. 25) zeigen, erkennen.

Nachweis des Acetons.

Man übergiefst einige Krystalle von Nitroprussidnatrium in einem Reagenzglase mit etwas Wasser und schüttelt gut um. Die so erhaltene, nicht zu verdünnte Lösung (sie mufs jedesmal frisch bereitet werden, weil sie nicht lange haltbar ist) giefst man zum Urin und fügt sodann Natronlauge zu. Auf diesen Zusatz färbt sich jeder Urin rot, denn diese Rotfärbung wird sowohl durch den normalen Harnbestandteil Kreatinin, als auch durch Aceton veranlafst. Um nun die Anwesenheit des Acetons neben dem Kreatinin festzustellen, giebt man jetzt sogleich sehr reichlich Eisessig zu. Wird die Farbe der Flüssigkeit noch dunkler rot, mehr bordeauxrot, wie man sagt, so ist Aceton zugegen, verschwindet die rote Farbe dagegen wieder auf den Eisessigzusatz, so ist sie nur durch das Kreatinin veranlafst gewesen.

Jene Spuren von Aceton, die auch der normale Harn enthält, zeigt diese Methode des Acetonnachweises nicht an.

Bei weiterem Stehen wird die Probe grün, indem das Kreatinin in Gegenwart des Eisessigs auf das Nitroprussidnatrium zerstörend zu wirken anfängt; dies hat also mit der Acetonbestimmung nichts zu thun.

Bemerkt sei, dafs bei stark acetonhaltigem Urin sich sein alsdann obstähnlicher, vom Acetongehalt herrührender Geruch geltend macht, den aufserdem auch der Atem des Patienten

zeigt. Das Aceton wurde im Jahre 1857 von PETTERS im Harn aufgefunden.

Um acetonhaltigen Harn künstlich herzustellen, braucht man natürlich nur ein wenig Aceton in einen Harn zu giefsen.

Nachweis der Acetessigsäure.

Man setzt zum Harn tropfenweise verdünnte Eisenchloridlösung. Die ersten Tropfen veranlassen eine weifsliche Fällung von phosphorsaurem Eisen, die weiteren eine burgunderrote Färbung, die man namentlich im auffallenden Lichte sieht, welche burgunderrote Färbung mafsgebend für die Anwesenheit von Acetessigsäure ist.

Wenn ein Harn nur geringe Mengen Acetessigsäure enthält, wird man, da die Färbung dann keine sehr ausgesprochene ist, manchesmal schwanken, ob überhaupt Acetessigsäure zugegen ist. Macht man aber in solchen Fällen die gleiche Probe auch mit einem normalen Urin, und hält man nunmehr die beiden Reagenzgläser nebeneinander, so ist der Entscheid der An- oder Abwesenheit der Acetessigsäure nicht schwer zu treffen.

GERHARDT erklärte im Jahre 1865, dafs die Rotfärbung mancher Harne durch Eisenchlorid von Acetessigester herrührte, später wurde aber bewiesen, dafs es sich um freie Acetessigsäure handelt.

Da acetessigsaures Äthyl, welches im Handel ist, die gleiche Reaktion wie die Acetessigsäure giebt, kommt man zu einem künstlichen Harn, der diese Reaktion zeigt, so, dafs man in einen Harn einige Tropfen acetessigsaures Äthyl giefst. Diese fallen in ihm als Tropfen zu Boden, lösen sich aber beim Umrühren rasch auf.

Nachweis des Gallenfarbstoffs.

Gallenfarbstoffhaltige Urine pflegen dunkel auszusehen und geben beim Schütteln einen gelben Schaum.

Man stellt sich (als Vorrat) ein Gemisch von 95 Teilen konzentrierter Salpetersäure der Apotheken, welche etwa 25 prozentig ist, mit 5 Teilen rauchender Salpetersäure her, zu dem man 30 Teile Wasser setzt. Dieses enthält reichlich von der für die Probe nötigen salpetrigen Säure.

2 ccm etwa dieser Mischung giebt man in ein Reagenzglas und schichtet auf diese spezifisch schwerere Flüssigkeit, indem man den Harn langsam aus einem zweiten Reagenzglase einfliefsen läfst, den spezifisch leichteren Harn. An der Grenze beider Flüssigkeiten zeigen sich Farbenringe, aber nur ein grüner Ring ist mafsgebend für die Anwesenheit von Gallenfarbstoff.

Diese nicht übermäfsig scharfe Probe kann in folgender Art empfindlicher gemacht werden. Man filtriert gröfsere Mengen Harn (oder dasselbe Harnquantum mehrmals), in welchem man Gallenfarbstoff vermutet, durch ein Papierfilter. Die Fasern desselben vermögen den Gallenfarbstoff festzuhalten und reichern sich daher auch beim mehrmaligen Durchfiltrieren derselben Portion an ihm an. Nachdem der Rest des Harns abgelaufen ist, legt man das nasse Filter auf weiteres Filtrierpapier als Unterlage, welches den gröfsten Teil der ihm noch anhaftenden Flüssigkeit aufsaugt, und betupft es jetzt mit der salpetrige Säure enthaltenden Salpetersäure. Auch hier bilden sich um die Tupfstellen Farbenringe, von denen wiederum nur der grüne mafsgebend für Gallenfarbstoff ist.

Die Herstellung künstlicher Gallenfarbstoffharne gelingt nicht recht, indem Harne, wenn man sie mit als solchem dargestellten Gallenfarbstoff versetzt, sich nicht genau wie die vom Körper ausgeschiedenen Gallenfarbstoffharne verhalten.

Nachweis des Urobilins.

Das Urobilin, welches von Jaffé im Jahre 1868 entdeckt wurde, kommt neben Gallenfarbstoff, aber auch ohne diesen in pathologischen Harnen in direkt nachweisbarer Menge vor, und hat sein Nachweis unter Umständen diagnostischen Wert.

Man säuert den Harn, der das Reagenzglas zu drei Viertel füllt, mit einem Tropfen Salzsäure an und giefst auf ihn 4 bis 5 ccm Amylalkohol. Mit diesem schüttelt man ihn 6 bis 8 mal vorsichtig (sonst entsteht eine Emulsion) durch, worauf sich der Amylalkohol, der das Urobilin aufnimmt, bald wieder über dem Urin absetzt. In ihm schwimmende Häutchen zerdrückt man durch einen Glas-

stab, worauf auch sie heruntersinken. Man wird so im stande sein, nach einigen Minuten etwa 3 ccm des Amylalkohols in ein zweites Reagenzglas abzugiefsen. In diesem verdünnt man sie mit der doppelten Menge 96prozentigen Alkohols und setzt etwa 1 ccm einer fünfprozentigen alkoholischen Chlorzinklösung und sodann einen Tropfen Ammoniak zu. Letzterer stumpft die Spur der beim Ausschütteln in die amylalkoholische Lösung gegangenen Salzsäure ab, was durchaus notwendig ist, fällt aber zugleich ein wenig Zinkhydroxyd aus. Filtriert man von diesem ab, so zeigt jetzt die Flüssigkeit, wenn Urobilin im Harne vorhanden war, eine grüne Fluorescenz.

Zu künstlichen Urobilinharnen kommt man, indem man von frischen menschlichen Exkrementen ausgeht, die stets reichlich Urobilin enthalten. Man übergiefst diese mit nicht zu viel 96prozentigem Alkohol, um eine konzentrierte Lösung zu haben, und filtriert nach gutem Durchrühren ab. (Das rotbraune Filtrat, das nicht lange haltbar ist, wird durch Zusatz der Chlorzinklösung schwach getrübt, entfernt man aber diese Trübung durch erneute Filtration, so zeigt die Flüssigkeit jetzt die grüne Fluorescenz in ausgezeichneter Weise.) Um die Reaktion am Harn kennen zu lernen, setzt man von dem alkoholischen Extrakt der Exkremente, und zwar nicht zu wenig zu einem normalen Harn, den er infolge seines Alkoholgehaltes trübt, worauf man keine Rücksicht zu nehmen braucht, und macht die Probe wie vorgeschrieben. Auch hier erhält man alsdann die grüne Fluorescenz, und zwar ganz so, wie bei echten Urobilinharnen.

Nachweis von Blutfarbstoff.

Man macht den Harn durch Zugabe von Natronlauge stark alkalisch und kocht auf. Die ausgeschiedenen Erdphosphate setzten sich hernach beim Stehen bald zu Boden und erscheinen, wenn im Harn Blut vorhanden war, was man ihm durchaus nicht immer ansehen kann, (durch Hämatin) rot gefärbt.

Künstlichen Blutharn erhält man durch Zugabe von etwas Blut zu einem normalen Harn. Trocknet man Blut durch dünnes Aufstreichen auf Teller und Stehen an der Luft,

so kann man es nach dieser Art des Trocknens unbegrenzt lange aufbewahren, es für den Bedarf in Wasser lösen und sein Filtrat alsdann einem normalen Harn zusetzen. (Bemerkt sei, dafs man die geringen Spuren vorhandenen Blutes, welche diese Probe nicht mehr anzeigt, noch durch die mikroskopische Untersuchung des Harnsedimentes zu erkennen vermag.)

Nachweis des Indikans.

Während die reine Chemie mit Indikan das Pflanzenglycosid bezeichnet, welches den in der Färberei Verwendung findenden Indigo liefert, bezeichnet man in der medizinischen Chemie mit diesem Namen den Stoff, der bei geeigneter Oxydation des Harns Indigo giebt. Beide sind chemisch durchaus verschieden, indem der Harnbestandteil, aus dem hier der Indigo sich bildet, indoxylschwefelsaures Alkali ist (siehe weiterhin).

Zum Nachweis des Indikans füllt man ein Reagenzglas zur Hälfte mit Harn, giefst etwa 2 ccm Chloroform hinein und füllt es sodann mit konzentrierter Salzsäure von 25 Prozent HCl Gehalt beinahe voll. Hierauf setzt man nach Jaffé tropfenweise verdünnte nicht zu alte Chlorkalklösung zu und schüttelt nach jedem Tropfen um. Der sich bildende Indigo wird vom Chloroform gelöst und färbt dieses blau. Entsteht mehr Indigo, als das Chloroform zu lösen vermag, so schwimmt er als solcher in der Flüssigkeit. Da ein Überschufs der Chlorkalklösung den anfangs entstandenen Indigo wieder zerstört, wird für weniger Geübte vielleicht das folgende Verfahren, welches allerdings ein spezielles, aber unbegrenzte Zeit haltbares Reagenz zur Voraussetzung hat, handlicher sein. Man füllt auch hier ein Reagenzglas bis zur Hälfte mit Harn und fügt als Oxydationsmittel die gleiche Menge Eisenchlorid enthaltende Salzsäure und sodann ebenfalls etwa 2 ccm Chloroform hinzu. Nach öfterem, nicht zu heftigen (weil sonst Emulsionsbildung eintritt) Durchschütteln, wobei sich schwaches Erwärmen bemerkbar macht, ist das Chloroform durch den inzwischen entstandenen Indigo, welchen es löst, blau gefärbt, und aus der Stärke der Blaufärbung schliefst man auch hier auf die Menge des Indikans.

Die für diese Probe nötige eisenchloridhaltige Salzsäure bereitet man sich durch Auflösen von 2 g festem Eisenchlorid in einem halben Liter Salzsäure vom spez. Gew. 1,19, was 36 Prozent HCl entspricht. Die sogenannte konzentrierte Salzsäure der Apotheken, die nur 25 Prozent HCl enthält, ist bei weitem zu schwach für den vorliegenden Zweck, mit ihrer Hülfe ist diese Reaktion nicht zu erzielen.

Es ist wohl namentlich für Chemiker nicht überflüssig, hier hinsichtlich des Indikans noch folgendes zu bemerken. Durch die Darmfäulnis spalten die Eiweifskörper im Darm aufser anderem auch Indol ab. Dieses wird resorbiert, und der Körper scheidet es, wie alle ähnlichen derartigen Stoffe, indem er es oxydiert und das durch diese Oxydation entstehende Indoxyl sogleich mit Schwefelsäure paart, als das Salz einer gepaarten Schwefelsäure aus. Dies der Ursprung des indoxylschwefelsauren Alkalis im Harn, das sich daher in jedem Harne spurenweise findet, wovon man sich an sich selbst leicht überzeugen kann. Oxydationsmittel, wie Chlorkalklösung oder eisenchloridhaltige Salzsäure, führen es in Indigo über. Je länger der Darminhalt, namentlich der des Dünndarms, stagniert, um so gröfser ist deshalb die Menge des Indikans im Harn, und daher stammt das durch Jaffé erwiesene und erklärte diagnostische Interesse an seiner Vermehrung.

Künstlichen Indikanharn stellt man auf folgende Art dar. Der Urin der Pflanzenfresser ist bedeutend reicher an Indikan als der menschliche Harn, weil die Pflanzenfresser zur besseren Ausnutzung ihres an Kohlehydraten so reichen, an Eiweifs verhältnismäfsig armen Futters einen sehr viel längeren Darm als die Fleischfresser haben, in dem daher eine weit stärkere Fäulnis vor sich geht. Dampft man nun z. B. Pferdeharn auf dem Wasserbade zur Trockne, und extrahiert den Rückstand mit Alkohol, so geht in ihn das Indikan über. Filtriert man nach 24stündigem Stehen diesen Extrakt, was dann rasch vor sich geht, so hat man eine unbegrenzte Zeit haltbare (der vom Verfasser benutzte Extrakt ist vor zwanzig Jahren hergestellt) an Indikan reiche Flüssigkeit, von der man menschlichem Urin nur ein wenig zuzusetzen braucht, um das Verhalten indikanreicher Harne kennen zu lernen.

Schwefelsäure.

Man säuert den Harn mit Salzsäure an und fügt Bariumchloridlösung hinzu, worauf sich das in allen Lösungsmitteln unlösliche schwefelsaure Barium ausscheidet.

Gepaarte Schwefelsäuren.

Zum Nachweis der gepaarten Schwefelsäuren im Harn setzt man in einem Reagenzglase zum Urin reichlich Chlorbariumlösung, und wird hierdurch alle Schwefelsäure nebst manchem anderen ausgefällt. Sodann fügt man auch, um leichter ein klares Filtrat zu erhalten, ein bis zwei Tropfen Sodalösung zu. Letztere veranlafst die Entstehung von ein wenig grobflockig sich ausscheidendem kohlensaurem Barium, und dieses verhindert das sonst sehr lästige Durchgehen des auf den alleinigen Chlorbariumzusatz entstehenden, sehr feinen Niederschlages durchs Filter. Das so gewonnene, von Schwefelsäure freie Filtrat, welches aber die Salze der gepaarten Schwefelsäuren enthält, da die Bariumsalze der gepaarten Schwefelsäuren im Gegensatz zum schwefelsauren Barium wasserlöslich sind, säuert man nunmehr im Reagenzglase mit konzentrierter Salzsäure stark an und kocht es längere Zeit. Hierbei färbt sich der Inhalt des Glases durch die Einwirkung der Salzsäure auf die Harnfarbstoffe bald rot und trübt sich allmählich durch erneute Ausscheidung von schwefelsaurem Barium, indem durch das Kochen mit der Salzsäure die gepaarten Schwefelsäuren in ihre Paarlinge zerfallen, z. B. Phenylschwefelsäure wieder in Phenol und Schwefelsäure (siehe weiterhin) zerlegt wird, so dafs also neuerdings freie Schwefelsäure auftritt, die sich natürlich sofort mit dem in der Lösung vorhandenen Barium verbindet und als schwefelsaures Barium ausfällt. Diese Spaltung ist somit der Grund, aus welchem die erneute Ausscheidung von schwefelsaurem Barium während des Kochens dieser angesäuerten Lösung beweisend für die Anwesenheit gepaarter Schwefelsäuren im Harn ist.

Der Zusammenhang ist folgender: Gepaarte Schwefelsäuren, oder, wie die Chemiker sagen, Esterschwefelsäuren, bezwecklich

Ätherschwefelsäuren, entstehen durch Zusammentritt eines Moleküls eines Alkohols (im weitesten Sinne) mit einem Molekül Schwefelsäure unter Austritt eines Moleküls Wasser.

$C_2H_5 . OH$	$+ HO . SO_3H$*	$= H_2O$	$+ C_2H_5O . SO_3H$
Äthylalkohol (Trinkbranntwein)	Schwefelsäure	Wasser	Äthylschwefelsäure
$C_6H_5 . OH$	$+ HO . SO_3H$	$= H_2O$	$+ C_6H_5O . SO_3H$
Phenylalkohol (Karbolsäure)	Schwefelsäure	Wasser	Phenylschwefelsäure

Harne, welche Phenylschwefelsäure als gepaarte Schwefelsäure, natürlich in Form eines Salzes, also an Kalium oder Natrium gebunden, enthielten, waren, solange Karbolsäure bei chirurgischen Operationen viel angewandt wurde, leicht zu haben; heute sind auch sie selten, und mufs man, um zu ihnen zu kommen, einem gröfseren Hunde etwa zwei Gramm Karbolsäure, selbstverständlich in höchst verdünntem Zustande, in den Magen bringen, was er sehr gut und ohne Schaden verträgt, während das ebenfalls empfohlene Einreiben von Hautstellen desselben mit konzentrierter Karbolsäure für ihn höchst unerfreulich ist.

Das Indikan, das wir vorhin kennen lernten, ist ja auch das Salz einer solchen gepaarten Schwefelsäure, der Indoxylschwefelsäure, doch ist die Gesamtmenge der gepaarten Schwefelsäuren im normalen Harn so gering, dafs man sie in den Mengen, die man in einem Reagenzglase zu untersuchen vermag, kaum nachweisen kann. Aber grade die Konstatierung ihrer möglichsten Abwesenheit ist diagnostisch von gröfstem Interesse. Man soll nämlich Darmkrebs erst dann operieren, wenn der Darm möglichst entleert ist, und die völlige Entleerung des Darmes von stagnierenden Kotmassen erkennt man grade daran, dafs die gepaarten Schwefelsäuren im Harn fast verschwinden, indem nach der völligen Reinigung des Darmes sich gepaarte Schwefelsäuren doch kaum im Urin finden können. (Siehe die quantitative Bestimmung der gepaarten Schwefelsäuren Seite 26.)

Künstliche, an gepaarter Schwefelsäure reiche Harne stellt Verfasser durch Zusatz einer Lösung von äthyl-

* Der Übersichtlichkeit halber so statt H_2SO_4 geschrieben.

schwefelsaurem Natrium zu einem normalen Harn her. Er erhitzt einen Teil 96 prozentigen Alkohol mit einem Teil konzentrierter Schwefelsäure vier Stunden im siedenden Wasserbade und giefst dann den Inhalt des Kolbens in sehr viel Wasser, das sich in einer geräumigen Schale befindet. Zu dieser nunmehr Äthylschwefelsäure neben freier Schwefelsäure enthaltenden Lösung wird solange kohlensaures Calcium, das mit Wasser zu einem Brei angerührt ist, gesetzt, bis alle Säure abgestumpft ist. Durch Filtration vom abgeschiedenen Gyps kommt man so zu einer Lösung von äthylschwefelsaurem Calcium, die man auf dem Wasserbade etwa auf die Hälfte eindampft, und nunmehr so lange mit einer Lösung von kohlensaurem Natrium versetzt, als sich noch kohlensaures Calcium abscheidet. Das Filtrat von diesem, welches also jetzt äthylschwefelsaures Natrium enthält, wird, um den Wiederzerfall des Salzes durch zu hohes Erhitzen zu vermeiden, am besten durch Stehen in einem Trockenschranke bei etwa 50° im Laufe mehrerer Tage weiter konzentriert und als konzentrierte Lösung aufgehoben, die man normalem Harn zusetzt. Bemerkt sei, dafs die Zersetzung dieser gepaarten Schwefelsäure, also der Äthylschwefelsäure, durch Kochen mit Salzsäure nicht ganz so schnell erfolgt, wie die der Phenylschwefelsäure. Doch ist der letzteren Darstellung, welche käuflich nicht zu haben ist, zu schwierig, um hier empfohlen werden zu können, weil das für diesen Zweck nötige pyroschwefelsaure Kalium nur schwer von der richtigen Beschaffenheit zu erlangen ist. Durch Kochen mit Salzsäure werden die gepaarten Schwefelsäuren also in ihre Paarlinge zerlegt, indem sie unter deren Einflufs wieder Wasser aufnehmen.

$$\underset{\text{Phenylschwefelsäure}}{C_6H_5O.SO_3H} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Phenol}}{C_6H_5.OH} + \underset{\text{Schwefelsäure}}{HO.SO_3H.}$$

Prüfung auf Chlor.

Man säuert den Harn mit Salpetersäure an, und fügt eine etwa dreiprozentige Lösung von salpetersaurem Silber hinzu. Es fällt Chlorsilber aus, das man durch seine Löslichkeit in Ammoniak identifizieren kann. Der durch diesen Zusatz alkalisch gewordene Harn bleibt natürlich trübe, indem sich wohl das Chlorsilber löst, aber nunmehr die Erdphosphate sich ausgeschieden haben.

Für diagnostische Zwecke ist auf die Schätzung der Menge der Chloride im Harn früher mehr Gewicht gelegt worden als gegenwärtig.

Die Phosphate des Harns.

Verbrennt Phosphor, so liefert er bekanntlich einen weifsen Rauch von Phosphorsäureanhydrid P_2O_5. Dieser vereinigt sich mit drei Molekülen Wasser zu einer Phosphorsäure, die man als gewöhnliche oder Orthophosphorsäure bezeichnet.

$$P_2O_5 + 3H_2O = P_2O_8H_6 \text{ oder halbiert } 2PO_4H_3.$$

Die Formel der gewöhnlichen Phosphorsäure wird daher, da die halbierte Formel genügt, PO_4H_3 geschrieben. Ihre Salze kommen im Harn vor, teils als phosphorsaures Natrium bezwecklich Kalium, das läfst sich natürlich nicht sagen, teils als phosphorsaures Calcium bezwecklich Magnesium, welche letzteren beiden Verbindungen man als Erdphosphate bezeichnet. Phosphorsaures Natrium (Kalium) ist unter allen Bedingungen wasserlöslich. Man bekommt es daher weder beim Aufkochen für die Eiweifsprobe, noch auf Zusatz von Natronlauge bei der TROMMERschen Probe zu sehen. Anders dagegen die Erdphosphate, von denen wir die Verhältnisse am Kalksalze, denen die des Magnesiumsalzes durchaus entsprechen, klarlegen wollen.

Die Phosphorsäure ist dreibasisch, weil sie drei durch Metall vertretbare Wasserstoffatome enthält. Calcium ist ein zweiwertiges Metall, und so entsteht durch Eintritt eines Atoms Ca in zwei Moleküle Phosphorsäure die wasserlösliche Verbindung $Ca(H_2PO_4)_2$, wir sehen, dies ist ein saurer phosphorsaurer Kalk, weil noch saure (d. h. durch Metall vertretbare Wasserstoffatome) vorhanden sind. Solche sauren Erdphosphate sind wasserlöslich, und dieses Calciumphosphat ist es zumeist, welches im gelösten Zustande im Harn vorkommt.

Will man die TROMMERsche Probe machen, setzt also Natronlauge zum Harn, so wirkt diese nunmehr auf das saure Calciumphosphat. Es bilden sich nach den Gleichungen

$$Ca(H_2PO_4)_2 + 4\,NaOH = Ca(Na_2PO_4)_2 + 4\,H_2O \quad \text{und}$$
$$3\,Ca(Na_2PO_4)_2 = Ca_3(PO_4)_2 + 2\,Na_3PO_4$$

neutrales Calciumphosphat nebst neutralem Natriumphosphat und Wasser. Im neutralen Calciumphosphat ist kein durch

Metall ersetzbares Wasserstoffatom mehr vorhanden, und neutrale Erdphosphate sind wasserunlöslich. Sie scheiden sich, sobald ihnen die Gelegenheit sich zu bilden geboten wird, aus den Lösungen aus, müssen also z. B. stets aus einem Harn ausfallen, wenn man ihn alkalisch macht, wie es doch die TROMMERsche Probe erfordert.

Als die Ursache, aus der sich die Erdphosphate beim Kochen eines Harnes ausscheiden, wird nach STOKVIS angesehen, dafs in schwach sauren Harnen auch Calciumphosphat von der Formel $HCaPO_4$ vorkommen kann, und dafs Lösungen dieses Calciumphosphats $HCaPO_4$ sich beim Kochen ändern, indem sie durch das Kochen in neutrales Calciumphosphat, welches sich als unlöslich abscheiden mufs, und in zweifach saures Calciumphosphat übergeführt werden.

$$4\,HCaPO_4 = Ca(H_2PO_4)_2 + Ca_3(PO_4)_2$$

$4\,HCaPO_4$	$= Ca(H_2PO_4)_2$	$+ Ca_3(PO_4)_2$
4 Moleküle	1 Molekül	1 Molekül
einfach saures	zweifach saures	neutrales
Calciumphosphat	Calciumphosphat	Calciumphosphat
(wasserlöslich)	(wasserlöslich)	(wasserunlöslich)

welches letztere unlöslich ausgeschiedene neutrale Calciumphosphat auf Zusatz von Essigsäure wieder in Lösung geht.

Das Ammoniak des Harns.

Selbst frischgelassener Urin enthält bereitsAmmoniak, wovon man sich in folgender Weise überzeugt. Man giefst etwa 25 ccm Harn in ein Bechergläschen, fügt etwas Kalkmilch hinzu, rührt um und bedeckt das Bechergläschen mit einem Uhrglase, an dessen Innenseite man ein angefeuchtetes Stückchen rotes Lakmuspapier angedrückt hat. Nach kurzer Zeit ist dieses durch das gasförmig aufsteigende Ammoniak blau gefärbt.

Natronlauge an Stelle von Kalkmilch darf man nicht verwenden, weil diese den Harnstoff, der doch in jedem Urin reichlich vorhanden ist, schon in der Kälte unter Ammoniakabspaltung zerlegt, was Kalkmilch nicht thut, wie denn Harnstoff überhaupt vermittelst Wasseraufnahme mit gröfster Leichtigkeit (z. B. bei der Fäulnis) Kohlensäure und Ammoniak zu liefern vermag.

$$CO <^{NH_2}_{NH_2} + H_2O = CO_2 + 2\,NH_3,$$

Harnstoff + Wasser = Kohlensäure + Ammoniak

die sich ihrerseits unter Aufnahme eines weiteren Moleküls Wasser zu kohlensaurem Ammoniak verbinden, welches den scharfen Geruch des faulenden Harns mit bedingt.

-Der erste Morgenurin ist nach des Verfassers Beobachtungen meist verhältnismäfsig reich an Ammoniak. Daher kommt es (und dies ist der Grund, aus dem wir das Ammoniak hier überhaupt erwähnen), dafs der Morgenharn bei der TROMMERschen Probe stets etwas Kupferhydroxyd löst, indem hier das lösende Princip das Ammoniak ist, das bekanntlich auch Kupferhydroxyd mit blauer Farbe löst. Selbstverständlich giebt solcher Urin, wenn kein Zucker zugegen ist, auch beim Anwärmen keine Wolken von gelbem Kupferoxydulhydrat oder nach dem Kochen einen erwähnenswerten Nachtrommer. Er kann eben nicht stärker reduzierend wirken, als es die normal im Harn vorkommenden Spuren reduzierender Substanzen vermögen. Ist nur sehr wenig Ammoniak Ursache für die Lösung von Kupferhydroxyd, so sehen solche Urine mehr grün als blau aus, was dann daher rührt, dafs die schwache Blaufärbung mit der gelben Farbe des Harns zu Grün zusammentritt. Was vom Morgenharn gilt, gilt noch in weit höherem Grade von fauligen Urinen, weil sie, wie wir wissen, sehr reich an Ammoniakverbindungen sein müssen.

Quantitative Bestimmungsmethoden.

Von quantitativen Bestimmungen im Harn finden zu diagnostischen Zwecken nur die des Eiweifses und des Zuckers, sowie die der gepaarten Schwefelsäuren Verwertung, während man beim Indikan u. s. w. sich mit den Schätzungen: wenig, viel, reichlich begnügt.

Quantitative Bestimmung des Eiweifses.

Die quantitative Bestimmung des Eiweifses kann natürlich durch Wägen des Eiweifsniederschlages unter Anwendung aller gebotenen Kautelen auf das Genaueste ausgeführt werden. Zumal aber Eiweifsniederschläge sehr schlecht filtrieren, auch das völlige Austrocknen bei 110° viel Zeit erfordert, und

schliefslich der Besitz einer analytischen Waage Erfordernis ist, wird diese Art der Bestimmung fast nur für wissenschaftliche und kaum für praktische Zwecke ausgeführt.

Die Praxis bedient sich des aufserordentlich bequemen für sie, aber nicht für wissenschaftliche Zwecke, hinreichend genauen ESSBACHschen Albuminometers. Bei diesem wird vermittelst der Höhe, den ein in bestimmter Weise hergestellter Eiweifsniederschlag nach vierundzwanzigstündigem Absetzen einnimmt, der Eiweifsgehalt nach zehntel Prozenten direkt abgelesen. Das Fällungsmittel, das ESSBACHsche Reagenz, ist eine Lösung von 10 g Pikrinsäure und 20 g Citronensäure in 1 l Wasser, und das überall käufliche Albuminometer — es pflegt mit Gebrauchsanweisung 2 Mark zu kosten — ist nichts anderes als ein aus starkem Glase hergestelltes Reagenzglas, das mit einer Teilung und Buchstaben versehen ist. Bis zum Buchstaben *U* wird der Urin eingefüllt, so dafs der Strich und der Meniscus der Flüssigkeit zusammenfallen, dann giefst man bis *R* vom Reagens zu und schüttelt das Ganze durchaus nicht heftig zehn- bis zwölfmal um, verschliefst das Glas mit seinem Stopfen und liest nach 24 Stunden die Zahl, bis zu welcher der Niederschlag den Raum einnimmt, ab. Sie giebt den Eiweifsgehalt des Urins direkt in zehntel Prozenten an. Sind Harne sehr eiweifsreich und reicht die Skala des Apparates daher nicht zum direkten Ablesen aus, so verdünnt man sie im Apparat auf die Hälfte oder ein Drittel, bevor man die Probe anstellt, und findet den wahren Eiweifsgehalt hernach durch eine einfache Multiplikation. Sollte der zu untersuchende Harn nicht an und für sich auf Lakmuspapier sauer reagieren, so säuert man ihn mit einer Spur Essigsäure an.

Quantitative Bestimmung des Zuckers.

1. Auf rein chemischem Wege bestimmt man den Zucker quantitativ vermittelst Titration mit der FEHLINGschen Lösung, doch eignet sich das Verfahren eigentlich nur für chemische Laboratorien. Erstens mufs die FEHLINGsche Lösung stets frisch aus ihren Bestandteilen, die man getrennt in der nötigen Stärke aufbewahrt, zusammengemischt werden, weil sie sonst beim Stehen verdirbt, und zweitens, was viel störender ist

(denn die Flüssigkeiten in der richtigen Stärke kann man heutzutage kaufen), ist es aufserordentlich schwer, den Endpunkt der Reaktion im Harn zu erkennen; mit völliger Sicherheit vermögen das eigentlich nur die, welche sich andauernd mit Zuckertitrierungen im Harn nach dieser Methode beschäftigen.

2. Zweitens sucht man den Zuckergehalt des Harns quantitativ vermittelst Gärung zu bestimmen. Wenn man einen zuckerhaltigen Urin mit Hefe schüttelt, veranlafst diese sehr bald den Eintritt der Gärung und somit den Zerfall seines Zuckers in Kohlensäure und Alkohol

$C_6H_{12}O_6$	$= 2\ C_2H_6O$	$+ 2\ CO_2$,
1 Molekül Traubenzucker	2 Moleküle Alkohol	2 Moleküle Kohlensäure

und liest man nun in den sogenannten Gärungssaccharimetern, die überall billig käuflich sind, die Menge der durch die Gärung im Laufe von vierundzwanzig Stunden entstandenen Kohlensäure ab, so soll man aus ihr auf den Zuckergehalt des Urins schliefsen können, weshalb dieser in Prozenten sogleich auf den auch mit sonstigen Gebrauchsanweisungen versehenen Saccharimetern angegeben ist. Die quantitativen Resultate dieses Verfahrens sind aber sehr ungenau.

3. Bei weitem am sichersten und bequemsten bestimmt man den Zuckergehalt des Urins vermittelst eines Polarisationsapparates, in welchem man die von ihm veranlafste Rechtsdrehung abliest, und es ist nur zu bedauern, dafs derartige Apparate so kostspielig sind. Da Eiweifs ebenfalls (und zwar links) dreht, müssen eiweifshaltige Urine vor der Polarisation in der uns bekannten Weise enteiweifst werden. Die Benutzung der Polarisationsapparate, es sind mehrere Konstruktionen im Gebrauch, braucht hier nicht beschrieben zu werden, am bequemsten sind natürlich die, deren Skalen direkt auf Traubenzucker eingestellt sind, so dafs man nicht erst die dem abgelesenen Polarisationswinkel entsprechende Zuckermenge einer Tabelle zu entnehmen braucht.

Von Interesse ist dagegen für uns, wie man es mit dem Entfärben der Urine zu halten hat, da die meisten von ihnen zu dunkel sind, um ohne weiteres das sichere Einstellen des Polarisationsapparates zu gestatten. Verfasser entfärbt sie so, dafs er etwa ½ Kubiccentimeter allerbester aus-

gewaschener Blutkohle, wie sie im Handel ist, in ein Reagenzglas giebt und dieses sodann fast mit Urin füllt, worauf er gut durchschüttelt. Durch Filtrieren bekommt man hierauf einen Urin, der sich hinsichtlich seiner Farblosigkeit von destilliertem Wasser meistens nicht unterscheidet. Der Vorwurf, den man ehemals der Tierkohle machte, dafs sie nämlich merkbare Quantitäten Traubenzuckers zurückhält, fällt bei dieser in nur so geringer Menge nötigen Sorte als irrelevant fort. Man kann natürlich auch Urine durch Umschütteln mit einem Stückchen essigsauren Bleies oder durch Zugiefsen einer Lösung von essigsaurem Blei oder von Bleiessig entfärben. Bei letzteren beiden Methoden verdünnt man aber den Urin und mufs dann diese Verdünnung in Rechnung ziehen, was bei Verwendung von Tierkohle oder von festem essigsaurem Blei nicht nötig ist.

Bestimmung der gepaarten Schwefelsäuren.

Auch die quantitative Bestimmung der gepaarten Schwefelsäuren erfordert einige Laboratoriumseinrichtungen nebst einer analytischen Waage. Wenn wir sie hier anfügen, geschieht es wegen der diagnostischen Bedeutung (siehe z. B. Seite 19), welche sie erlangt hat, und weil die Chemiker, denen doch in den meisten Fällen der Arzt ihre Ausführung wird übergeben müssen, in kaum einem ihrer analytischen Werke die Methode ihrer Bestimmung angegeben finden.

Da bei der Bestimmung der gepaarten Schwefelsäuren im Harn für den Arzt aufser ihrer Menge an sich stets ihr Verhältnis zur gesamten Schwefelsäure in diesem von Interesse ist, bestimmt man die Menge beider Arten.

Die Bestimmung der Gesamtschwefelsäure erfolgt so, dafs man 50 ccm filtrierten Harns mit Salzsäure (3 bis 5 ccm) stark sauer macht, zum Kochen erhitzt, wobei die Flüssigkeit dunkelrot wird, und jetzt siedende Chlorbariumlösung zusetzt, was merkwürdigerweise meist starkes Aufschäumen veranlafst, weshalb man kein zu kleines Becherglas wähle. Das Gemisch setzt man sodann sechs bis acht Stunden auf ein kochendes Wasserbad und filtriert es am besten erst am nächsten Tage, weil nur

dadurch die Gefahr, obgleich sie durch Verwendung der siedenden Chlorbariumlösung schon bedeutend gemindert wird, dafs schwefelsaures Barium namentlich zu Beginn des Auswaschens durchs Filter geht, beseitigt ist. Das Weitere entspricht ganz der sonstigen Schwefelsäurebestimmung.

Zur Bestimmung der gepaarten Schwefelsäuren bedarf man der sogenannten alkalischen Chlorbariumlösung, die man durch Zusammenmischen von zwei Volumen kaltgesättigter Ätzbarytlösung mit einem Volumen kaltgesättigter Chlorbariumlösung erhält. 100 ccm dieser fügt man zu 100 ccm Harn. Der entstehende reichliche Niederschlag setzt sich nach kurzer Zeit zu Boden, und man filtriert von ihm ab. 100 ccm des Filtrats, die man sehr rasch erhält, welche also 50 ccm Harn entsprechen, und die jetzt von für uns in Betracht kommenden Stoffen nur noch die gepaarten Schwefelsäuren und daneben viel Ätzbaryt und Chlorbarium enthalten, da die freie Schwefelsäure doch ausgefällt ist, werden stark mit konzentrierter Salzsäure angesäuert, längere Zeit aufgekocht, wobei auch sie sich dunkelrot färben und allmählich trüben, und sodann ebenfalls sechs bis acht Stunden auf einem Wasserbade erhitzt und wie oben angegeben weiter behandelt. Im normalen Harn pflegt das Verhältnis der gepaarten zur gesamten Schwefelsäure wie 1 : 10 zu sein.

Der normale Harn.

Der normale Harn ist von der bekannten hellgelben Farbe, die aber bei wenigem Trinken infolge der gröfseren Konzentration bis zum Rotbraun wechseln kann. Ob diese letztere Färbung normal oder anormal ist, entscheidet man mittelst der angegebenen Methoden.

Für gewöhnlich reagiert frischer Harn gegen Lakmus sauer. Diese saure Reaktion rührt von sauren Salzen (namentlich wohl zweifach saurem Phosphat), niemals von freien Säuren her.

Selbst frischer sauer reagierender Harn enthält geringe Mengen schleimiger Bestandteile, die sich beim Stehen als Wölkchen zu Boden setzen, und stets kommen in ihm Sub-

stanzen vor, die ihm einer alkalischen Kupferlösung gegenüber reduzierende Kraft erteilen.

Beim Stehen an der Luft und bei Erkrankungen schon innerhalb der Blase zersetzt sich der Harn unter dem Einflufs von Bakterien und wird infolge des Zerfalls von Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak alkalisch.

Die Trübung von Harnen, abgesehen von dem erwähnten schwachen keine Berücksichtigung erfordernden Wölkchen, kann nur mikroskopisch untersucht werden. Es kommen aber Harne vor, die nicht nur trübe, sondern geradezu dick (wie Suppe) aussehen. Deren Trübung, die viele Laien erschreckt, rührt dann von einem reichlichen Gehalt an saurem harnsauren Natrium (Urat von den Medizinern genannt) her. Das saure harnsaure Natrium ist bei Körpertemperatur in der Harnmenge noch völlig löslich, so dafs der Harn ganz klar entleert wird, scheidet sich aber hernach beim Abkühlen desselben aus. Es gilt an und für sich als unschuldig und ist leicht daran zu erkennen, dafs ein solch dicklich trüber Harn im Reagenzglase beim Anwärmen auf Körpertemperatur wieder klar wird, und ebenfalls klar wird, wenn man Natronlauge zugiefst. Das im Wasser schwer lösliche saure harnsaure Natrium geht hierdurch in das im Wasser leicht lösliche neutrale harnsaure Natrium über. Die schwache Trübung, die man nach diesem Zusatze sieht, rührt natürlich von Erdphosphaten her, die doch jeder alkalisch gewordene Harn ausscheidet (siehe Seite 21). Es können sich selbstverständlich neben den Uraten pathologische Bestandteile finden, auf die man in gewöhnlicher Weise untersucht.

Weit seltener sind Harne mit einem starken, weifsen, fast krystallinisch erscheinenden Niederschlage. Diesen veranlassen neutrale Erdphosphate, und man erkennt sie sofort daran, dafs auf Zusatz einiger Tropfen Essigsäure diese Trübung verschwindet, alle sonstigen Trübungen können also nur auf mikroskopischem Wege untersucht werden.

Die Konzentration des normalen Harns schwankt von 1,002 bis 1,030; hält er Zucker gelöst, so steigt das spezifische Gewicht bis 1,040 und darüber. Man bestimmt sein spezifisches Gewicht mittelst Aräometers, und werden diese hierfür in passender Länge für die Mediziner unter dem Spezialnamen „Urometer“ hergestellt.

An normalen Bestandteilen enthält der Harn, abgesehen von solchen organischen Substanzen, die nur nach hundertstel Prozenten vorkommen, deren Zahl recht grofs ist, folgende: Wasser, Harnstoff, Harnsäure, Kreatinin, Xanthinkörper, Oxalsäure, gepaarte Schwefelsäuren, Hippursäure, Urobilin nebst sonstigen nicht näher charakterisierten Farbstoffen, Pepsin, Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Natrium, Kalium, Ammoniak, Magnesium, Calcium, Eisen.

Analyse des Mageninhalts.

Bei der hier folgenden Analyse des Mageninhalts handelt es sich um Erbrochenes oder mit der Magensonde aus dem Magen von Patienten herausgebrachten Inhalt unter vollständiger Abstrahierung von Vergiftungsfällen. Die chemische Analyse des Mageninhalts kann sich nur auf sehr wenige Stoffe erstrecken. Jeden Mageninhalt prüft man zuerst auf das Vorhandensein freier Salzsäure.

Salzsäurenachweis.

Man filtriert den Mageninhalt und bringt einen Tropfen des Filtrats in ein kleines Porzellanschälchen, giebt zwei Tropfen Günzburgsches Reagenz zu und erwärmt (nicht erhitzt) das Schälchen, indem man es durch eine kleine Flamme hin- und herzieht und gleichzeitig mit dem Munde über dasselbe hinbläst. Sobald die im Schälchen vorhandene Flüssigkeit anfängt einzutrocknen, zeigt sich vom Rande her, falls freie Salzsäure vorhanden ist, eine schöne rote Farbe, die beim fortgesetzten Trocknen sich immer weiter ausdehnt.

Da es sich im Mageninhalte um den Nachweis freier Salzsäure neben Chloriden, die in Form von Kochsalz von der Nahrungsaufnahme her stets vorhanden sein werden, handelt, sind die für gewöhnlich üblichen Methoden der Erkennung der Salzsäure vermittelst ihres Chlorgehaltes hier nicht anwendbar.

Ganz abgesehen davon, dafs diese Methode die sicherste zum Nachweis freier Salzsäure im Mageninhalt ist, bietet sie noch vor allen anderen den besonderen Vorteil, nur einen

Tropfen Filtrat zu beanspruchen, was bei dem sehr schlechten Filtrieren vieler Mageninhalte stark ins Gewicht fällt.

Das GÜNZBURGsche Reagenz ist eine Lösung von 1 Teil Vanillin nebst 2 Teilen Phloroglucin in 30 Teilen Alkohol. Man hält es am besten in kleinen Mengen in einem Tropfgläschen vorrätig, welches man seinerseits in einem Pappkarton vor Licht geschützt aufbewahrt, weil es sich mit der Zeit am Lichte dunkel färbt, während es so höchstens schwach weinrot wird, was nichts schadet. Aufserdem verdunstet auch der Alkohol aus der Öffnung des Tropfgläschens in einem solchen Karton weit weniger, und das Reagenz bleibt auf ein Jahr hinaus und länger brauchbar.

Zum Kennenlernen des Verhaltens einer verdünnten Salzsäurelösung gegenüber dem GÜNZBURGschen Reagenz benutzt man eine 0,2 prozentige Salzsäure (so stark etwa ist die Salzsäure im normalen Mageninhalt), die man alsdann noch beliebig weiter verdünnt, um allmählich die Grenze der Reaktion zu erreichen.

Nachweis der Milchsäure.

Man setzt zum filtrierten Magensaft, der ein Reagenzglas etwa zu einem Viertel füllt, einige Kubiccentimeter einer so stark verdünnten Eisenchloridlösung, dafs sie kaum mehr gefärbt erscheint. Tritt hierauf eine kanariengelbe Färbung ein, so ist Milchsäure zugegen.

Findet man auf diesem Wege keine Milchsäure, so kann der Grund hierfür sein, dafs sie für diese Probe in zu geringer Menge vorhanden ist. Man giefst dann auf den filtrierten Magensaft, der das Reagenzglas, wenn möglich, zu drei Viertel anfüllt, Äther und schüttelt kräftig durch, da hier fast niemals Emulsionsbildung eintritt. Sobald der Äther, der die Spuren etwa vorhandener Milchsäure aufnimmt, sich wieder abgesetzt hat, giefst man ihn, so weit als möglich, in ein Schälchen ab, und wiederholt dieses Verfahren noch zweimal. Den im Schälchen gesammelten Äther verdunstet man sodann am besten auf dem Wasserbade, um Feuersgefahr auszuschliefsen. Bei den wenigen Kubiccentimetern, um die es sich handelt, kann man das Schälchen auch auf ein doppeltes Drahtnetz zu setzen wagen und ein winziges

Flämmchen hinunterstellen; man mufs aber dann immerhin sehr vorsichtig sein. Zu dem nach dem Abdunsten des Äthers bleibenden Rückstande, der bei der zweiten Art der Verjagung des Äthers natürlich nicht überhitzt werden (nicht verbrennen) darf, weshalb man den letzten Rest des Äthers durch Blasen mit dem Munde verjagt, setzt man zwei bis drei Tropfen Wasser und giebt sodann von der verdünnten Eisenchloridlösung zu. Auch hier wird durch die eintretende Gelbfärbung, die das milchsaure Eisen veranlafst, die Anwesenheit der Milchsäure erwiesen oder durch den Nichteintritt dieser Gelbfärbung ihre Abwesenheit festgestellt.

Zum Kennenlernen der Reaktion benutzt man eine Milchsäurelösung, die etwa 0,2 Prozent Milchsäure enthält, welche man zur Übung noch weiter verdünnt.

Hat man Salzsäure in einem Mageninhalte gefunden, so wird man sich mit diesem günstigen Befunde meist zufrieden geben können, findet man aber diese nicht, sondern statt dessen Milchsäure, oder nicht einmal diese, sondern nur flüchtige Säuren (siehe weiterhin), so ist neben der chemischen Analyse die mikroskopische Untersuchung des Mageninhalts (namentlich wegen etwaiger Anwesenheit von Sarcinen und Bacillen) unerläfslich.

Nachweis flüchtiger Säuren.

Man filtriert den Magensaft und destilliert vom Filtrat, soviel als man von ihm zu erhalten vermochte. Das Destillat prüft man mit Lakmuspapier auf saure Reaktion, welche schon die ersten Tropfen zeigen, so dafs es nicht nötig ist, die Destillation lange fortzusetzen. Es gehen eine ganze Reihe flüchtiger Säuren (Ameisensäure etc.) über, die man nicht zu trennen vermag, was auch weiter nicht nötig ist. Von ihnen macht sich die Buttersäure durch ihren schweifsähnlichen Geruch besonders geltend.

Zum Kennenlernen dieser letzteren Reaktion braucht man natürlich nur Wasser mit einigen Tropfen Ameisensäure, Buttersäure etc. etc. anzusäuern und zu destillieren.

Es ist jedenfalls vorzuziehen, nachdem man diese Reaktionen kennen gelernt hat, sie statt an verdünnten Säuren in Er-

mangelung von natürlichem an **künstlichem Mageninhalt** anzustellen. Zu dem Zwecke löst man etwas käufliches Pepton (Pepton nennt man das durch die Magenverdauung wasserlöslich gewordene Eiweifs) in Wasser. Solche Lösung schäumt beim Schütteln stark und wird auch durch Filtrieren nicht klar; dies ist nun einmal Eigenschaft des Peptons und erklärt uns, weshalb kein Mageninhalt ein klares Filtrat liefert. Sie wird erst auf Alkalizusatz klar. Zur Peptonlösung fügt man etwas Traubenzuckerlösung und nunmehr etwas Salzsäure, Milchsäure und flüchtige Säuren, je nach den Proben, die man anzustellen beabsichtigt. Hierbei wird man die Beobachtung machen, dafs man geringe Mengen zugesetzter freier Salzsäure selbst mit dem so empfindlichen GÜNZBURGschen Reagenz nicht wiederfindet. Dieses kommt daher, dafs das Pepton mit der Salzsäure eine Verbindung eingeht, in der letztere als freie Salzsäure nicht mehr nachweisbar ist. Deshalb soll man den Mageninhalt eines Patienten nicht kurz nach einer eiweifsreichen Mahlzeit oder nach Milchgenufs, deren Eiweifs besonders rasch im Magen peptonisiert wird, untersuchen, sondern erst einige Stunden nach einer solchen, weil der Mageninhalt dann, falls er normal ist, wieder Salzsäure enthalten mufs.

Macht man mit dem Mageninhalt die TROMMERsche Probe, so bekommt man anfangs eine violettrote Lösung, welche Färbung für die Anwesenheit von Pepton beweisend ist, indem dieses sie veranlafst. Kocht man diese alkalische, Kupferoxyd gelöst habende Flüssigkeit, so scheidet sich infolge des im Mageninhalt vorhandenen Traubenzuckers, welchen, wenn er nicht direkt genossen worden ist, das Ptyalin des Speichels aus Stärkemehl gebildet hat (der Mageninhalt verzuckert die Stärke nicht, dieser Prozefs tritt erst bei der Darmverdauung ein), rotes Kupferoxydul, aber niemals gelbes Kupferoxydulhydrat aus. Die durch die Gegenwart des Peptons hervorgerufene violette Färbung verträgt das Kochen, ohne sich zu verändern.

Verdauungsversuch.

Hat man in einem Mageninhalte Salzsäure gefunden, so könnte seine trotzdem schlechte Verdauungsthätigkeit vielleicht daher stammen, dafs es an Pepsin in ihm mangelt. Denn die normale Verdauung ist eine gemeinsame Wirkung dieser beiden Stoffe. Um nun zu entscheiden, ob Pepsinmangel vorhanden

ist, was übrigens aufserordentlich selten der Fall sein soll, verfährt man folgendermassen:

Man verteilt den filtrierten Mageninhalt auf drei Bechergläschen und wirft in jedes ein Stückchen Fibrin. Nummer 1 wird als Kontrolle ohne jeden weiteren Zusatz in einen Trockenschrank, den man auf einer Temperatur von 38 bis 40° hält, gestellt, während man zu Nummer 2 etwas 0,2 prozentige Salzsäure, zu Nummer 3 etwas käufliches Pepsin setzt, bevor man auch sie in den Trockenschrank giebt. Schon nach einer Stunde belehrt der Augenschein darüber, in welchem der Gläschen am meisten Fibrin gelöst, d. h. also verdaut worden ist, und ist dies in dem Gläschen mit Pepsinzusatz der Fall, so mufs man hieraus auf einen Mangel an Pepsin im untersuchten Magensaft schliefsen.

Man verwendet Fibrin, weil dieses der bei künstlichen Verdauungsversuchen am schnellsten verdaut werdende feste Eiweifsstoff ist. Man kommt bekanntlich so zu ihm, dafs man frisches Blut kurze Zeit stehen läfst. Aus diesem scheidet sich bald eine feste rotgefärbte Masse ab, die das Blut nur, solange es im lebenden Körper zirkuliert, in Lösung zu halten vermag. Wäscht man diese Masse, den Blutkuchen, mit Wasser, so verliert sie ihre rote Farbe und führt nunmehr den Namen Fibrin. Da Fibrin bald fault, bewahrt man es am besten so auf, dafs man es mit etwas Wasser übergiefst, zu dem man viel Glycerin setzt, worauf es lange Zeit brauchbar bleibt. Kurz vor dem jedesmaligen Gebrauch wäscht man das Glycerin wieder mit Wasser heraus. In Ermangelung von Fibrin kann man zu dem Versuche auch möglichst dünn geschnittene Scheiben von hartgekochtem Ei benutzen, aber die Verdauung dieser geht weit langsamer als die des Fibrins vor sich. Der Nachweis des bei solchen Verdauungen aus den Eiweifsstoffen sich bildenden Propeptons und Peptons fällt nicht in den Rahmen dieses Buches, da er einen analytischen Wert nicht beanspruchen kann.

———

Reagentiengebrauch für die Harnanalyse.

Probe	Reagens
Allgemeine Konservierung von Harnen	Chloroform.
Eiweifsprobe	Zehnprozentige Essigsäure. Kieselguhr.
Künstlicher Eiweifsharn .	Hühnereiweifs.
Künstlicher Erdphosphatharn	Chlorcalciumlösung. Sodalösung.
Zuckerprobe	Zehnprozentige Natronlauge. Fünfprozentige Kupfersulfatlösung.
Künstlicher Zuckerharn .	Traubenzuckerlösung.
Acetonprobe	Nitroprussidnatrium. Zehnprozentige Natronlauge. Eisessig.
Künstlicher Acetonharn .	Aceton.
Acetessigsäureprobe . . .	Fünfprozentige Eisenchloridlösung
Künstlicher Acetessigsäureharn	Acetessigsaures Äthyl.
Gallenfarbstoffprobe . . .	95 Teile fünfundzwanzigprozentige Salpetersäure gemischt mit 5 Teilen rauchender Salpetersäure, nebst 30 Teilen Wasser.
Urobilinprobe	Salzsäure Amylalkohol. Sechsundneunzigprozentiger Alkohol Fünfprozentige alkoholische Chlorzinklösung. Ammoniak.
Künstlicher Urobilinharn .	Exkremente. Sechsundneunzigprozentiger Alkohol
Blutprobe	Zehnprozentige Natronlauge.
Künstlicher Blutharn . .	Frisches oder getrocknetes Blut.

Indikanprobe	Verdünnte Chlorkalklösung Fünfundzwanzigprozentige Salzsäure, (oder) Festes Eisenchlorid. Sechsunddreifsigprozentige Salzsäure. Chloroform.
Künstlicher Indikanharn .	Pferdeharn. Sechsundneunzigprozentiger Alkohol
Schwefelsäureprobe . . .	Zehnprozentige Chlorbariumlösung. Salzsäure.
Gepaarte Schwefelsäuren .	Zehnprozentige Chlorbariumlösung. Zehnprozentige Sodalösung. Fünfundzwanzigprozentige Salzsäure.
Künstlicher Harn mit gepaarten Schwefelsäuren	Sechsundneunzigprozentiger Alkohol Konzentrierte Schwefelsäure. Kohlensaurer Kalk. Sodalösung.
Chlorprobe.	Salpetersäure. Dreiprozentige Silbernitratlösung.
Ammoniakprobe	Kalkmilch.

Reagentien und Apparate für quantitative etc. Bestimmung von Harnbestandteilen.

Eiweifsbestimmung	ESSBACHs Albuminometer. ESSBACHs Reagenz. 10 g Pikrinsäure und 20 g Citronensäure in 1 l Wasser gelöst.
Zuckerbestimmung	Gährungssaccharimeter. Polarisationsapparat. Tierkohle.
Bestimmung der Gesamtschwefelsäure u. der gepaarten Schwefelsäuren	FünfundzwanzigprozentigeSalzsäure. Zehnprozentige Chlorbariumlösung. Alkalische Chlorbariumlösung (Gemisch aus zwei Teilen kaltgesättigter Ätzbarytlösung mit einem Teil kaltgesättigter Chlorbariumlösung).
Bestimmung des spezifischen Gewichtes	Urometer.

Reagentienbedarf für die Mageninhaltsanalyse.

Salzsäurenachweis	GÜNZBURGs Reagenz. 1 Teil Vanillin und 2 Teile Phloroglucin in 30 Teilen Alkohol gelöst.
Milchsäurenachweis	Stark verdünntes Eisenchlorid. Äther.
Künstlicher Mageninhalt .	Pepton. Traubenzucker. Salzsäure. Milchsäure. Buttersäure.
Verdauungsversuch	Filtrierter Mageninhalt. 0,2 prozentige Salzsäure. Pepsin. Fibrin (oder hartgekochtes Ei).

Alphabetisches Verzeichnis aller gebrauchten Reagentien.

Acetessigsaures Äthyl.
Aceton.
Äther.
Ätzbarytlösung (kaltgesättigte)
Alkohol (sechsundneunzigprozentiger).
Ammoniak.
Amylalkohol.
Blut.
Buttersäure.
Chlorbariumlösung (zehnprozentige und kaltgesättigte).
Chlorcalciumlösung.
Chlorkalklösung (stark verdünnte).
Chloroform.
Chlorzinklösung (alkoholische fünfprozentige).
Citronensäure.
Eisenchlorid (fest und fünfprozentige Lösung).
Eisessig.
Essigsäure (zehnprozentige).
Exkremente.
Fibrin.
Hühnerei.
Kalkmilch.
Kieselguhr.
Kohlensaurer Kalk.
Kupfersulfatlösung (fünfprozentige).
Milchsäure.
Natriumkarbonatlösung (zehnprozentige).
Natronlauge (zehnprozentige).
Nitroprussidnatrium.
Pepsin.
Pepton.
Pferdeharn.
Phloroglucin.
Pikrinsäure.
Salpetersäure (fünfundzwanzigprozentige und rauchende).
Salzsäure (fünfundzwanzigprozentige und sechsunddreifsigprozentige).
Schwefelsäure, konzentrierte.
Silbernitratlösung (dreiprozentige).
Tierkohle.
Traubenzucker.
Vanillin.